

Opinnäytetyö (AMK)

Energia- ja ympäristötekniikka

2019

Alexi Tikkanen

KAUKOJÄÄHDYTYSPUMPPAA MON AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN REVISIO

–Tehtaankadun pumppaamo



OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Energia- ja ympäristötekniikka

2019 | 30 sivua, 4 liitesivua

Aleksi Tikkanen

KAUKOJÄÄHDYTYSPUMPPAAMON AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN REVISIO

- Tehtaankadun pumppaamo

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli toteuttaa automaatiojärjestelmän revisio kauko-kylmäpumppaamoon. Työn tilaajana toimi Turku Energia Oy, Turussa toimiva energiayhtiö.

Työ toteutettiin kesätyöjaksollani kesällä 2018.

Tehtaankadulla, Turussa sijaitsevan kaukojäähdytyspumppaamon automaatiojärjestelmän uusimisesta tuli ajankohtainen pumppaamon kiertovesipumppua pyörittävän sähkömoottorin rikkouduttua. Sähkömoottorin rikkoutuminen johtui pumppaamoon vuotaneesta vedestä, jota ei kyetty tyhjennys-uppopumpulla pumppaamaan viemäriverkostoon, viemäriverkoston tukkeutumisen takia.

Sähkömoottorin vaihtoa varten kadun alla olevan pumppaamon betoninen kansi piti kaivaa näkyviin ja poistaa pumpun vaihdon ajaksi. Koska kadun auki kaivaminen sekä uuden sähkömoottorin toimittaminen vei huomattavan ajan, oli oivallinen tilaisuus toteuttaa automaatiojärjestelmän vaihto sekä lisätä turva-automaatiota pumppaamoon.

ASIASANAT:

Kaukojäähdytys, automaatio, ohjausjärjestelmä, pumppaamo, kunnossapito.

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Energy and Environmental Technology

2019 | 30 of pages, 4 of pages in appendices

Aleksi Tikkanen

THE REVIEW OF THE AUTOMATION SYSTEM OF REMOTE COOLING PUMPSTATION

- Tehtaankatu pumpstation

This thesis describes the work done on the district cooling pumping station automation system in Turku in 2018. The work was commissioned by Turku Energia Oy, an energy company based in Turku.

The renewal of the automation system of the district cooling pumping station in Turku became topical after the electric motor running the pumping station's circulation pump broke down. The breakdown of the electric motor was due to leakage of water to the pumping station, which could not be pumped to the sewerage network by a drainage submersible pump due to clogging of the sewerage network.

KEYWORDS:

District cooling, automation, control system, ABB freelance, pumping station

SISÄLTÖ

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO	6
1 JOHDANTO	7
2 TURKU ENERGIA LYHYESTI	8
3 TURKU ENERGIAN KAUKOJÄÄHDYTYSVERKKO	9
4 KAUKOJÄÄHDYTYS LYHYESTI	11
5 KAUKOJÄÄHDYTYS PUMPPAAMO	12
6 AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ	16
6.1 Automaatiojärjestelmän toiminta	16
6.2 Automaatiokorttien valinta	17
7 TEHTAANKADUN PUMPPAAMO	18
8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA	25
8.1 Miksi ja missä vastaavanlaisia vaurioita syntyy?	25
8.1.1 Vauriot tehtaankadulla	25
8.2 Vaurioiden seuraukset	25
8.2.1 Seuraukset tehtaankadulla	26
8.3 Vaurioiden ehkäisy ja välttäminen	26
8.3.1 Ennakkohuolto	26
8.3.2 Ehkäisevä kunnossapito	27
8.3.3 Suojaukset	27
8.3.4 Hälytykset ja etävalvonta	27
8.3.5 Reduntantit järjestelmät/Kahdentaminen	28
8.4 Vaurioiden välttäminen tehtaankadulla	28
LÄHTEET	29

LIITTEET

I/O-Lista Tehtaankadun pumppaamo Kaava 1. Esimerkki kaavasta (Lähdeviite).	17
---	----

KUVAT

Kuva 1. Turku Energian Kaukojäähdytysverkko	10
Kuva 2. Kaukojäähdytyksen periaate	11
Kuva 3. Danfoss VTL Aqua Drive taajuusmuuttaja	12
Kuva 4. Provalve paljettiivistetty sulkuventtiili	13
Kuva 5. AUMA SA-monikierrostoimilaite	14
Kuva 6. RS PRO 4 wire PT100 sensor	15
Kuva 7. Epic Sensors hitsattava lämpötila-anturitasku	15
Kuva 8. Pumppaamo kadulta katsottuna	18
Kuva 9. Tehtaankadun pumppaamon sijainti verkostossa	19
Kuva 10. Vesi tulvineena pumppaamoon	21
Kuva 11. Kaivuutyöt pumppaamolla	22
Kuva 12. Moottoriventtiilit auki ohjattuina	23

TAULUKOT

Taulukko 1. Turku Energian kaukokylmän tuotantolaitokset	9
--	---

KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

AEG	Aktiebolaget Electron
ATK	Sähköinen tietojenkäsittely
I/O-lista	Input/Output-lista
MW	Megawatti
MWh	Megawattitunti
THT1	Tehtaankadun pumppaamo
TYKS	Turun Yliopistollinen Keskus-Sairaala
PC	henkilökohtainen tietokone (engl. personal computer)
PLC	Programmable Logic Control (suom. Ohjelmoitava logiikka)
PT100-anturi	Vastuslämpötila-anturi

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön aiheena on kaukokylmäpumppaamon automaatiojärjestelmän revisio sekä turvapiirinen lisääminen kaukokylmäverkon paineenkorotus pumppaamon. Opinnäytetyössä esitellään pääpuolisesti läpi kaukokylmäpumppaamon toiminta sekä automaatiojärjestelmän vaikutus pumppaamon operointiin. Työn päätavoite on tarkastella, millaisia turvapiirejä automaatiojärjestelmän olisi hyvä sisältää pumppaamon mahdollisimman luotettavan toiminnan varmistamiseksi ja miksi automaatiojärjestelmän oikealainen toiminta on tärkeää verkoston toiminnan kannalta. Työssä käydään myös läpi kaukokylmäpumppaamon yleisimmät komponentit ja rooli pumppaamon ohjaamisessa. Työ myös sivuaa muutamia muita kohteessa suoritettuja toimenpiteitä, joilla haluttiin parantaa pumppaamon huollettavuutta.

Sivutavoitteena työssä on tarkastella myös miksi ja missä tehtaankadun pumppaamon pumpun rikkoutumista vastaavanlaisia vaurioita syntyy, ja millaisia seurauksia niistä on ja mitä voidaan tehdä niiden välttämiseksi.

Pumppaamon automaation tarkoituksenmukainen toiminta on tärkeää pumppaamon turvallisen ja oikeanmukaisen toiminnan varmistamiseksi. Mahdollisessa vikatilanteessa voidaan automaation avulla eristää ja paikantaa vika jo hyvin varhaisessa vaiheessa. Automaatiojärjestelmästä saatavien tietojen avulla voidaan myös ennakoida huollon tarvetta.

Automaatiojärjestelmän mahdollistaman etäohjauksen lisäksi pumppaamoa voidaan ohjata myös paikallisesti. Paikallisojtaus on lähestulkoon pakollinen huoltotoimenpiteiden suorittamista varten. Monissa kohteissa paikallisojtaus toteutetaan jollakin paikallisojtaus-paneelilla, tai kuten tässä kohteessa esimerkiksi venttiilien toimilaitteiden avulla.

2 TURKU ENERGIA LYHYESTI

Turku Energia on Varsinais-Suomen johtava energiayhtiö ja yksi Suomen suurimmista alan yhtiöistä. Turku Energian energiapalvelut kattavat sähköenergian ja sähköön jakelun, kaukolämmön, -jäähdytyksen ja höyryn sekä verkostourakoinnin ja kunnossapidon palvelut sähköverkoille, ulkovalaistukseen sekä liikennevaloihin. Konserniin kuuluvat seuraavat liike – ja palvelutoiminnot:

- Turku Energia Lämpö
- Turku Energia Sähkömyynti
- Turku Energia Sähköverkot Oy
- Turku Energia Asiakaspalvelu
- Turku Energia Urakointipalvelut

Turku Energian juuret ovat 1900-luvun vaihteesta. Turussa alettiin toimittaa sähköä vuonna 1898, kun Aktiebolaget Electron perustettiin. Sen toimilupa siirtyi vuonna 1907 saksalaiselle AEG:lle. Lopulta sähkölaitos kunnallistettiin vuonna 1917. Toiminta jatkui osana kaupungin teknillisiä laitoksia vuoteen 1990, jolloin sähkölaitoksesta tuli liikelaitos nimellä Turun Energialaitos. Viisi vuotta myöhemmin laitos yhtiöitettiin, ja yritys sai nykyisen nimensä. (Turku Energia 2009.)

3 TURKU ENERGIAN KAUKOJÄÄHDYTYSVERKKO

Turku Energia aloitti kaukojäähdytyksen vuonna 2000 kahdessa kohteessa. Wallac (Nykyinen Perkin Elmer) oli ensimmäinen asiakas. Yrityksen ATK- ja puhdistilat ovat kaukojäähdytyksen piirissä. Toinen asiakas oli Old Mill, joka on informaatioteknologiakeskus tieto- ja viestintäalan yrityksille.

Suurin yksittäinen asiakas on TYKS – Turun yliopistollinen sairaala, joka liittyi verkkoon vuonna 2003. Vuonna 2009 tapahtui suuri uudistus, kun ensimmäinen Friothermin lämpöpumppu otettiin käyttöön Kakolan jäteveden puhdistamon yhteydessä. Vuonna 2013 otettiin käyttöön toinenkin pumppu. Pumput ottavat lämmön talteen jätevedestä ja niiden yhteenlaskettu jäähdytysteho on 28 MW. Kakolassa on myös 15 000m³ kylmäakku. Alla olevaan taulukkoon 1. on koottuna tietoa Turku Energian kaukojäähdytyksen tuotantolaitoksista. (Mika Karbin 2019.)

Nykytila:

Asiakkaita: 107

Asiakkaiden sopimusteho: 54.4 MW

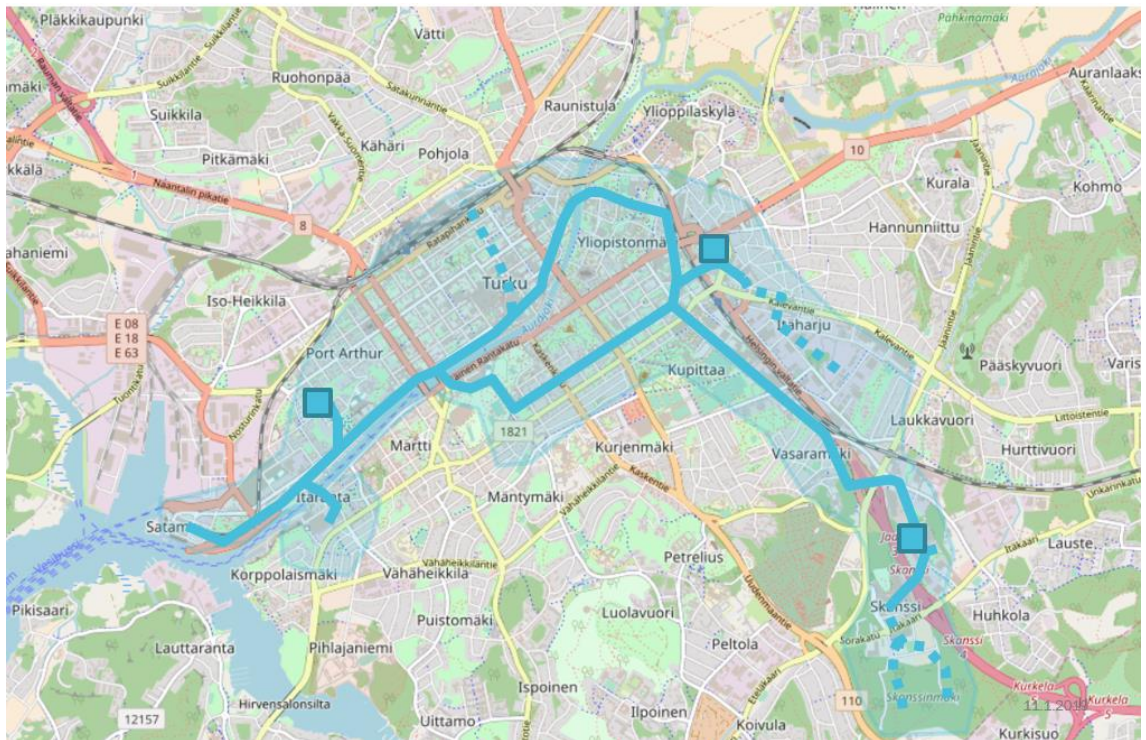
Myyty jäähdytysenergia (2018): 45 MWh

Kaukojäähdytys johtojen pituus: 28 km

Taulukko 1. Turku Energian kaukokylmän tuotantolaitokset (Energiateollisuus 2018).

Tuotantolaitos	Käyttöönottovuosi	Jäähdytysteho	Tyyppi
ITH/Itäharju	2004-2005	2 MW	Lämpöpumppu
BLK/Biolaakso	2005-2007	2 MW	Lämpöpumppu
SKK/siirrettävät	2001-2006	9.8 MW	Kompressori
ITH/Itäharju	2002-2006	2.7 MW	Kompressori
BLK/Biolaakso	2003-2007	3.9 MW	Kompressori
Kakola	2009	28 MW	Vapaajäähdytys – Jäähdytysaine jätevesi

Tällä hetkellä Turku Energian kaukojäähdytysverkkoon voivat liittyä Biolaakson, Kupittaan, Yliopistonmäen, keskustan, Kakolan ja sataman alueen kiinteistöt. Tulevaisuudessa kaukojäähdytysverkosto laajenee entisestään Turun keskustassa. (Turku Energia 2018.) Turku Energian kaukojäähdytystoiminta alkoi vuonna 2000. Vuonna 2015 asiakkaita oli 80 ja sopimusteho 47.1 MW. (Hanninen 2016). Pääasiallinen jäähdytysteho saadaan Kakolan lämpöpumppulaitokselta, joka ottaa jäähdytyksen käytettävän vetensä kallion sisällä sijaitsevasta 15 000 kuution tekojärvestä. Jäähdytynyt puhdistettu jätevesi käytetään jäähdytysverkon jäähdyttämiseen. (Ristola 2017). Vikatilanteita varten jäähdytysenergiaa tuotetaan varatuotantolaitoksella. Kaukojäähdytystä hyödyntävät pääasiassa isot liike- ja toimistokiinteistöt sekä sairaalat kuten Turun yliopistollinen keskussairaala. (Rakennusten jäähdytysmarkkinat 2015).



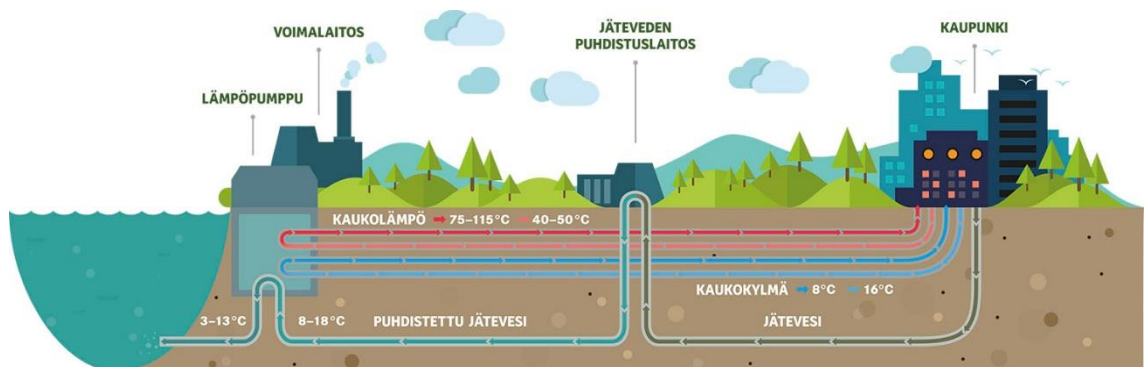
Kuva 1. Turku Energian Kaukojäähdytysverkko. (Mika Karbin 2019)

Kuvassa 1. esitetään pelkistetty kuva Turku Energian kaukojäähdytysverkosta, neliöt isoimpia tuotantolaitoksia, vasemmalta lukien Kakola, Itäharju, Biolaakso.

4 KAUKOJÄÄHDYTYS LYHYESTI

Kaukojäähdytyksellä tai kaukokylmällä tarkoitetaan keskitetysti tuotettua jäähdytysenergiaa, jota siirretään jakeluverkoston välityksellä liiketiloille, asuinkiinteistöille, konesaleille ja erilaisiin teollisuuden prosesseihin. Keskitetyllä tuotetulla jäähdytysenergialla päästään suurempiin yksikkökokoihin, jolloin energiaa voidaan tuottaa kustannustehokkaasti. Jäähdytysenergia jaetaan kylmänä vetenä, joka johdetaan rakennuksien jäähdytyslaitteisiin, joissa se jäähdyttää asiakaspuolen ilmastointijärjestelmissä kiertävää vesipiiriä. Jäähdytystä tarvitaan varsinkin kesäaikaana, mutta esimerkiksi prosessijäähdytykselle on tarvetta ympäri vuoden. (Kaukojäähdytys 2004.) Alla olevassa kuvassa 2 esitetään esimerkki kaukolämmöntuotannosta.

Energiansäästön ja ympäristöystävällisyyden lisäksi kaukojäähdytys on meluton ja melko näkymätön jäähdytysratkaisu. Kiinteistökohtaisiin jäähdytysjärjestelmiin verrattuna se säästää tilaa talon sisä- ja ulkopuolelta eikä se tarvitse samanlaista huoltoa ja kunnossapitoa. Investointina se on kuitenkin kalliimpi kuin kiinteistökohtaiset jäähdytyslaitteet. Lisäksi kaukojäähdytyksen eduiksi voidaan laskea se, että tilaajan huolto- ja kunnossapitokustannukset jäähdytyskoneiden osalta poistuvat, kun huoltovastuu laitteistoista siirtyy kaukojäähdytyksen tuottajalle. (Hakala 2017.)



Kuva 2. Kaukojäähdytyksen periaate. (Fortum 2019).

5 KAUKOJÄÄHDYTYS PUMPPAAMO

Kaukojäähdytys-pumppaamojen tarkoitus on ylläpitää verkon painetta ja kierrättää kaukojäähdytys verkossa. Pumppaamot ovat erittäin tärkeitä etenkin kesäaikaan, sillä silloin jäähdytystarve on suuri. Pumppaamoilla voidaan säädellä kaukojäähdytysverkoston veden virtausta ja/tai painetasoa. Niiden avulla varmistetaan, että kaikilla verkon asiakkailla sijainnista riippumatta on sopimuksessa luvattu paine-ero. Paineen meno- ja paluupuolella tulee olla riittävä veden kierron varmistamiseksi.

Sähkömoottori, kiertovesipumppu ja taajuusmuuttaja

Pumppaamo on varustettu erilaisilla laitteilla, joista tärkein sähkömoottorilla pyöritettävä kiertovesipumppu. Sähkömoottori on yleensä kytketty taajuusmuuttajaan, jolla saadaan säädeltyä moottorin pyörimisnopeutta ja tällä tavoin myös kaukojäähdytysverkon virtausta, että painetasoa. Toinen tärkeä näkökulma taajuusmuuttajan käyttöön on energian säästö. Taajuusmuuttaja käytöllä voidaan saavuttaa jopa 50 prosentin säästö. Tämä merkitsee suurilla pumppaus tehoilla myös suurta rahastäyttöä. Kuva 3. Turku Energian Tehtaankadun pumppaamolla käytetystä Danfossin taajuusmuuttajasta.



Kuva 3. Danfoss VTL Aqua Drive taajuusmuuttaja

Venttiilit

Pumppaamoista on myös vaihteleva määrä käsi- sekä moottoriventtiilejä. Moottoriventtiilejä ohjataan kauko- tai paikalliskäytöllä, kansiventtiilejä on käytävä käyttämässä nimensä mukaisesti käsin paikan päällä. Venttiileitä käyttämällä voidaan erottaa verkon osia toisistaan esimerkiksi huoltotöiden ajaksi tai säädellä verkon virtausta. Kuva 4. käsikäyttöisestä Provalven paljettiivistetystä sulkuventtiilistä, jonka kaltaisia sulkuventtiileitä käytetään yleisesti kaukojäähdytyksessä.



Kuva 4. Provalve paljettiivistetty sulkuventtiili

Venttiilien toimilaitteet

AUMA SA -monikierrostoimilaitteita pystytään käyttämään lähes kaikenlaisten venttiilien sähköisessä ohjauksessa. Ne ovat yksi yleisemmin käytetty malli kauko- ja kaukokylmäverkon ohjauksessa. SA-tyyppin venttiilejä ajetaan yleensä pääteasemiin, jolloin ne ovat pääasiassa kiinni tai auki, mutta tarpeen vaatiessa ne voidaan ajaa myös väliasentoon.

Käytössä olevissa venttiileissä käytetään momenttipysäytystä, joka tunnistaa momentin kasvun asennon lähestyessä haluttua asentoa ja pysäyttää sitten toimilaitteen. Laitteissa on myös käsipyörä, jota voidaan käyttää venttiilin normaalissa käytössä ja häiriötilanteissa. (Räisänen 2014.) Kuva 5. AUMA SA-monikierrostoimilaitteesta.



Kuva 5. AUMA SA-monikierrostoimilaitte

Lämpötila-anturit

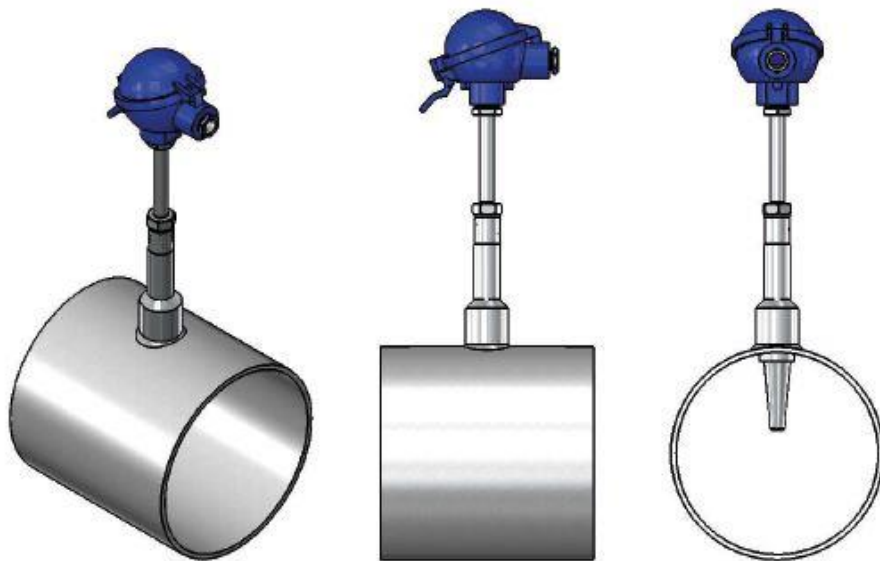
Antureiden ensisijaisena tehtävänä on mitata ohjattavasta prosessista erilaisia suureita, joiden avulla selvitetään prosessin olotilaa. Lämpötila-anturit ovat eniten käytettyjä kiinteistöautomaatiikkajärjestelmien antureita. Lämpötilan mittaus perustuu resistanssin mittaamiseen. Mikäli resistanssi kasvaa lämpötilan noustessa puhutaan ns. PTC-antureista ja vastaavasti NTC-antureista, jos resistanssi laskee. (Opetushallitus 2019)

Käytetyimpiä lämpötila-antureita ovat PT100-, PT1000-, NTC10k- ja NTC20k-anturit. PT-antureiden elementti on valmistettu platinasta ja NTC antureiden elementti on puolijohde, ns. termistori. (Härkönen 2012) Pt100-vastukseen liitettävän kaapelin johdinvärit määritellään EN 6075.1 standardissa. Kuva 6. PT-100 anturista, jonka kaltaisia on käytössä useissa energiateollisuuden prosesseissa.



Kuva 6. RS PRO 4 wire PT100 sensor

Yleensä lämpötila-anturit asennetaan putkeen hitsattavaan taskuun. Veden lämmittäessä väliainetta (metallia) saadaan tarkka mittaustulos veden lämpötilasta. Toinen vähemmän käytetty vaihtoehto on asentaa putkien pintaan lämpötila-anturit. Tällä vältetään taskun asentaminen, mutta anturien asentaminen on huomattavasti hankalampaa. Taskuun asennettavat anturit ovat huomattavasti yleisemmin käytettyjä ja pintaan asennettavat lähinnä jälkiasennuksia varten. (Rauhanen 2013.) Kuvassa 7. havainnollistava kuva hitsastavasta lämpötila-anturitaskusta.



Kuva 7. Epic Sensors hitsattava lämpötila-anturitasku

6 AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ

6.1 Automaatiojärjestelmän toiminta

Automaattisten ohjausjärjestelmien avulla pyritään yleensä parantamaan teollisen tuotannon tehokkuutta ja toimintavarmuutta tai valmistettavien tuotteiden keskimääräistä laatua, sekä eliminoimaan yksitoikkoisia ja työturvallisuuden osalta vaarallisiakin työvaiheita siten, että ne voidaan tuottaa koneellisesti ihmisen toimiessa koneen tai laitteen toiminnan valvojana. (Opetushallitus 2019.)

Automaatiojärjestelmä voi olla yksittäinen ohjelmoitava logiikkalaite tai vaikka koko tehtaan toiminnan ohjaamiseen tarkoitettu järjestelmä. Kokonaisen tehtaan, esimerkiksi paperitehtaan, tuotannollista toimintaa ohjaavan automaatiojärjestelmän keskusyksikkönä toimii valvomoasema, joka rakentuu teollisuusstandardin mukaisesta PC-laitteistosta ja laitteistoon liitetyistä erillisistä I/O-yksiköistä. Valvomoaseman I/O-yksiköihin on kytketty tehtaalle menevät ohjausväylät. Tehtaalle menevät ohjausväylät, joista käytetään myös nimitystä kenttäväylä, liittävät kentällä olevat ohjausyksiköt sekä yksittäiset toimilaitteet ja anturit valvomotietokoneisiin. (Opetushallitus 2019.)

Pumppaamon automaation tarkoituksenmukainen toiminta on tärkeää pumppaamon turvallisen ja oikeanmukaisen toiminnan varmistamiseksi. Esimerkiksi paine-ero on jäähdytysverkoston toimivuuden kannalta äärimmäisen tärkeä asia. Menopuolen paineen tulee olla suurempi kuin paluupuolen paineen, jotta kaukojäähdytysvesi kiertäisi verkostossa. Paine-eron ei kuitenkaan ole suotavaa olla liian iso, koska se aiheuttaa meluhaittaa asiakkaan laitteistossa ja lisää pumppaus kustannuksia. Paluupaineen alin arvo ei taas saa verkoston missään kohdassa alittaa maaston korkeuskäyrää. (Siltakoski 2013.)

Mahdollisessa vikatilanteessa voidaan automaation avulla eristää ja paikantaa vika jo hyvin varhaisessa vaiheessa. Automaatiojärjestelmästä saatavien tietojen avulla voidaan myös ennakoida huollon tarvetta.

Automaatiojärjestelmän mahdollistaman etäohjauksen lisäksi pumppaamoa voidaan ohjata myös paikallisesti. Paikallisohtaus on lähestulkoon pakollinen huoltotoimenpiteiden suorittamista varten. Monissa kohteissa paikallisohtaus toteutetaan jollakin paikallisohtaus-paneelilla, tai kuten tässä kohteessa esimerkiksi venttiilien toimilaitteiden avulla.

6.2 Automaatiokorttien valinta

Automaatiojärjestelmän automaatiokorttien valinta tehdään haluttujen ohjauksien ja tietojen mukaan, tämä tarkoittaa, että korttien on sisällettävä oikea määrä digitaalisia/analogisia tuloja ja lähtöjä. Automaatiojärjestelmän avulla pumppaamo voidaan hallita etänä valvomosta, sekä seurata jäähdytysverkoston toimintaa reaaliaikaisesti.

Analogisella inputilla tarkoitetaan jatkuvaa sisään menevää tietoa säätimelle, joka on verrannollinen automaatiojärjestelmään asetettuun jännitteeseen taikka virtaan. Tällä tavoin voidaan siis mitata jotakin, esimerkiksi paineanturin kautta verkoston painetta, tai lämpötila anturin avulla kaukojäähdytysveden lämpötilaa.

Analoginen output on taas niin sanottu säätöpiiri, jolla voidaan ohjata esimerkiksi tässä kohteessa virtauspumpun kierroksia. Tämä saadaan säätimellä aikaan muuttamalla syötettävän virran tai jännitteen määrää ulostulossa.

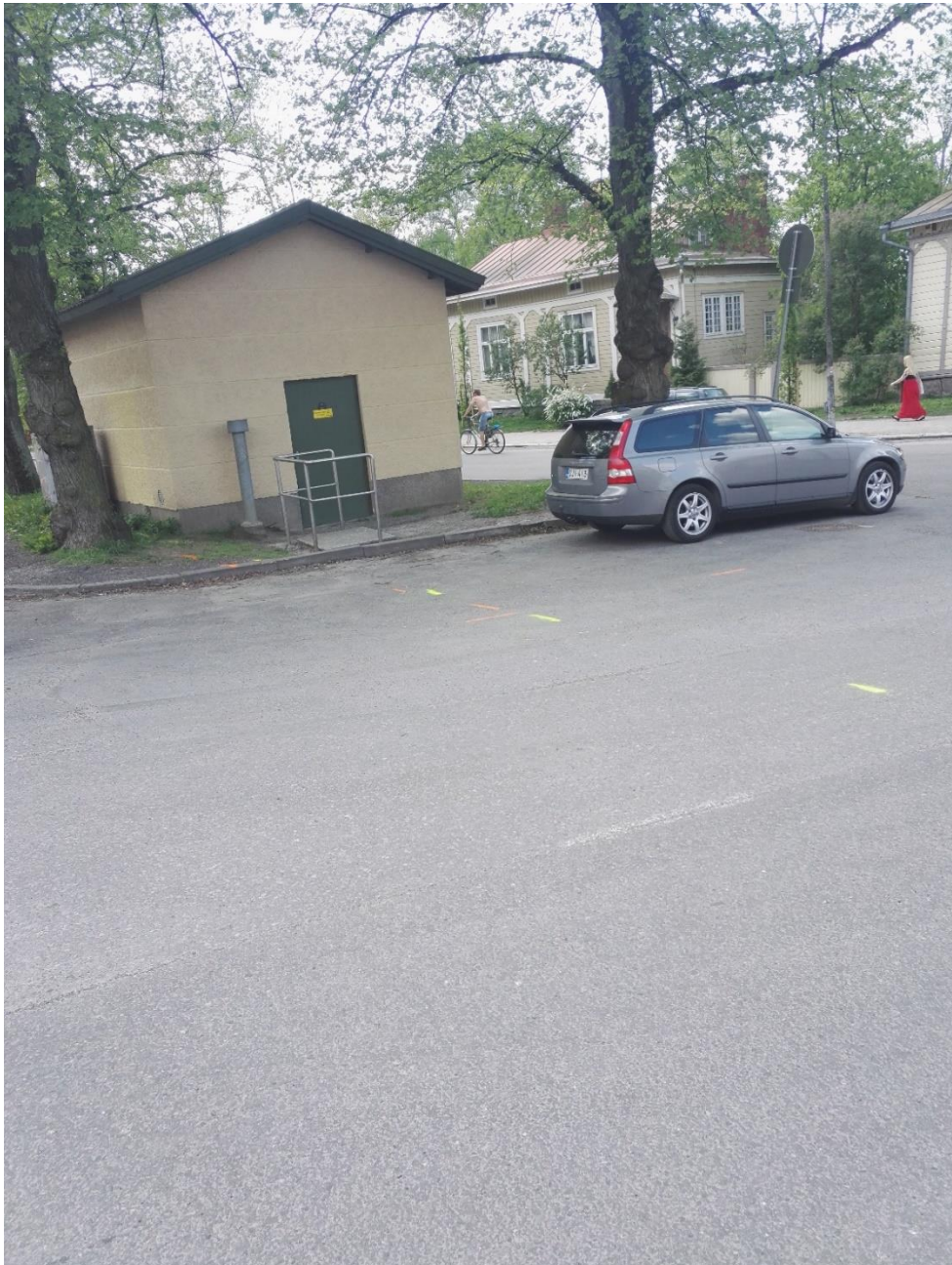
Digitaalinen input on piiri, joka antaa automaatiojärjestelmään Päällä/Pois tyyppisen tiedon, ns. indikoinnin. Sitä voidaan käyttää hälytyksiin, tai sen avulla voidaan antaa esimerkiksi käyntikäsky vaikkapa pumppaamon paineenkorotuspumpulle, kun virtaus on pudonnut alle halutun arvon.

Digitaalinen output on taas ohjauspiiri, jolla voidaan ohjata laitteiden toimintaa päälle/pois tyyppisesti. Esimerkiksi kaukokylmäverkon paine on liian alhainen tai korkea, ohjataan pumppu päälle tai pois päältä säätimellä. Digitaalinen signaali voi olla sarja tai rinnakkaismuotoinen.

Tehtaankadun pumppaamon automaatiojärjestelmään ei tehty suuria muutoksia, automaatiojärjestelmään lisättiin kaivon kosteusmittaus, sekä turvapiiri, joka katkaisee sähkönsyötön pumppaamon paineenkorotuspumpulta vuotovipan lauettua, tai hätä-seis katkaisijasta painettaessa.

7 TEHTAANKADUN PUMPPAAMO

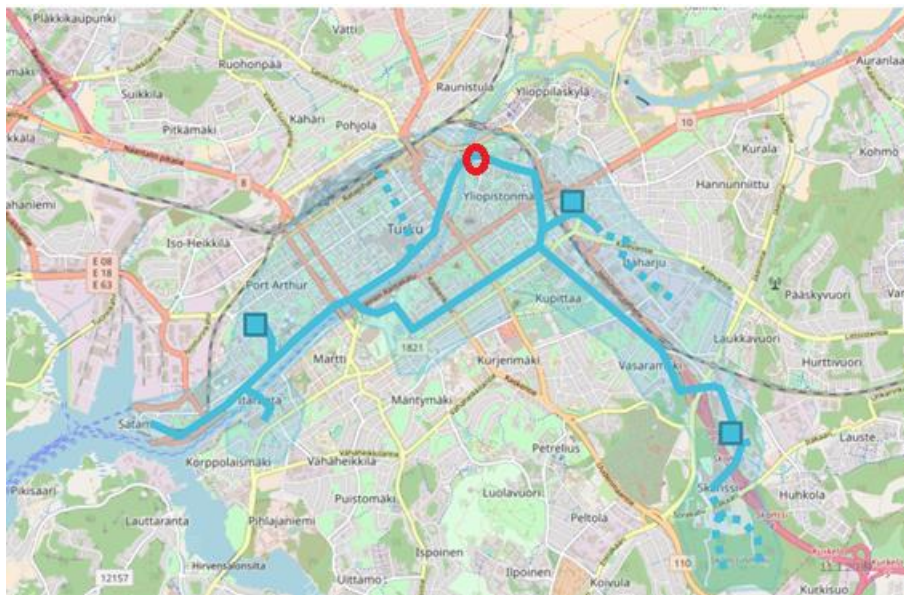
Tehtaankadun pumppaamo sijaitsee Turun keskustan kupeessa, Tehtaankadun ja Piispankadun risteyksessä. Pumppaamo on rakennettu puoliksi kadun alle, ja sen sähkökeskustilat on sijoitettu kadun kulmassa olevaan Turku Energian Sähköverkkojen muuntamorakennuksen etuosaan. Itse pumppaamon kiertovesipumppu ja putkilinjat ovat kaivossa kadun alla, kuten kuvasta 8. voidaan havaita.



Kuva 8. Pumppaamo kadulta katsottuna

Tehtaankadun pumppaamo on Turku Energian kaukojäähdytysverkon tärkeimpiä pumppaamoita, sillä se sijaitsee kahden tuotantoyksikön välissä, ennen Biolaakson 2 MW lämpöpumppulaitosta.

Tehtaankadun pumppaamo sijaitsee yliopistonmäen alapuolella ja sen perässä jäähdytysverkossa on tärkeitä jäähdytyskohteita, esimerkiksi Turun Yliopistollinen Keskus Sairaala, TYKS. Muita pumppaamon toiminnasta enemmän tai vähemmän riippuvaisia kohteista ovat Turun Yliopiston rakennukset sekä Datacity. Kuvassa 9. Tehtaankadun pumppaamo esitetty punaisella ympyrällä.



Kuva 9. Tehtaankadun pumppaamon sijainti verkostossa

Tämänhetkinen sairaalakampuksen kauko-jäähdytysteho on noin 14 MW, jolla jäähdytetään noin 200 000 m² sairaalataloja. Jäähdytyksen mitoituslämpötilat ovat TYKS:ssa ensiöpuolella +7/+17 °C ja toisiopuolella +10/+15 °C. Käyttökokemukset kaukojäähdytyksestä ovat Turun yliopistollisessa keskussairaalassa myönteisiä. Kymmenen viime vuoden aikana on ollut kaksi suurempaa katkosta kaukojäähdytyksessä, jotka ovat aiheuttaneet vaikutuksia sairaalan jäähdytykseen. Näiden katkojen kestot ovat olleet vain muutamien tuntien mittaisia. (Siikström 2015.)

16.5.2018

Suurta huolta työn suorittamisen aikana aiheutti kesän lähestymien ja huomattavan lämminkin kevät. Kaukokylmän kapasiteetti oli valmiiksi lähellä huippua ja tehtaankadun pumpptaamon oleminen poissa toiminnasta saattaisi aiheuttaa ongelmia TYKS:in jäähdytyksessä.

Pumppaamon kiertovesipumppu oli oikosulussa sen käämeissä ja kytkentäkoteloon vuotaneen veden vuoksi. Koska pumppaamo sijaitsee katutasen alla, ja pumppaamon huoltoreitit olivat liian ahtaat pumpun poiskuljetukseen, ainoaksi vaihtoehdoksi jäi sulkea katu ja kaivaa pumppaamon betonikansi esiin, jotta kansi voidaan nostaa pois ja pumppu saadaan vaihdetuksi. Kuvassa 11. nähdään kuva kaivuutöistä, katu auki kaivettaessa.

Itse pumpun oikosulkuun johtanut vesi oli hyvin todennäköisesti pumppaamoon valututta sadevettä, jota pumppaamossa oleva uppopumppu ei ollut kyennyt pumppaamaan viemäriverkostoon viemärin tukkiutumisen vuoksi.

Turun vesilaitos suoritti pumppaamossa kloorimittauksia mahdollisen vedenjakeluverkoston vuodon selvittämiseksi, mutta tulokset antoivat ymmärtää, että pumppaamoon valunut vesi ei ole verkostovettä. Kaukolämpöverkon vaurioutilasto 2005 yleisimpiin vauriosyihin ei tehtaankadulla sattunut vettä kaivossa -tyyppinen vaurio kuulu.

Koska Tehtaankadun pumppaamo on aloitettavien korjaustöiden vuoksi joka tapauksessa pitkän aikaa poissa pelistä, päätetään kohteessa aloittaa automaatiojärjestelmän revisio. Automaatiojärjestelmä halutaan päivitettävän nykyajan tekniikkaa vastaavaksi, sekä yhdenmukaistaa muiden Turku Energian kaukokylmä ja kaukolämpö pumppaamoiden kanssa samantyyppiseksi. Automaatiojärjestelmään tehdään myös muutamia lisäyksiä, kuten vuotohälytys sekä vuoto/hätäseis piiri, joka katkaisee pumppaamosta sähköt, vuotoveden pinnankorkeuden noustessa sähkölaitteita uhkaavalle korkeudelle. Kuvassa 10. nähdään pumppaamon sähkömoottorin oikosulun aiheuttanut tilanne.



Kuva 10. Vesi tulvineena pumppaamoon



Kuva 11. Kaivuutyöt pumppaamolla

Sähkö- ja automaatiotyöt alkavat vanhojen automaatio asennusten purkamisella. Iso osa vanhoista automaatiojärjestelmän piireistä säilyvät, mutta ne johdotetaan uudelleen. Häätäseispiiri kahdennetaan, ja vuotohälytyspiiriin tehdään muutoksia koska Tehtaankadun pumppaamo on altis sijaintinsa vuoksi vuotovedelle. Automaatioon lisätään myös optiot meno ja paluuveden lämpötilan mittaukselle.

Työtä suorittaessa kaikki pumppaamon moottoriventtiilit ovat ohjattu auki paikallisesti mahdollisimman vapaan virtauksen aikaansaamiseksi, ja pumppaamon kiertovesi-

pumppu on erotettu verkosta kansiventtiilillä. Moottoriventtiilit ovat myös asetettu paikalliskäyttötilaan valvomon vahinko-ohjausten välttämiseksi, kuten kuvasta 12. voidaan havaita.



Kuva 12. Moottoriventtiilit auki ohjattuina

Kaivuutöiden jatkuessa pumppaamolla, Turun kaupungin vesilaitos paikansi mahdollista vesiverkoston vuotoa alueella. Vesilaitoksen tekemissä kloorimittauksissa ei kuitenkaan löytynyt mitään siihen viittaavaa, että pumppaamoon vuotanut vesi olisi vesijohtovettä.

Samalla pumppaamolla jatkuivat kaivuutyöt, joissa pumppaamon päällä olevaan betonikanteen tehtiin reikä, joka peitettiin teräslevyllä. Tällä haluttiin mahdollistaa se, että vastaavan vahingon sattuessa olisi jatkossa pienempi työ esimerkiksi pumppaamon sähkömoottoria vaihtaessa.

Selvitystyö vanhan moottorin korvaamiseksi aloitetaan, ja suurimmaksi kysymykseksi nousi, hankitaanko uusi moottori vai kannattaako vanhan korjauttaminen. Lopulta käännyttiin uuden moottorin kannalle, sillä vanhan korjauttamisen katsottiin kestävän liian kauan, ja kuumen alkukesän vuoksi pumppaamo haluttiin toimintaan mahdollisimman nopeasti. Vanha moottori lähetettiin kuitenkin myös korjattavaksi, ja korjauksesta palatuaan se varastoitiin varamoottoriksi.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA POHDINTA

Työtä tehdessä ilmeni, että kaukokylmän tai kaukolämmön pumppaamojen toiminnoista löytyy heikosti dokumentoitua tietoa. Tämän kaltaisten kohteiden dokumentoinnista olisi hyötyä uusille alalle tuleville henkilöille, sillä tieto ja osaaminen on lähinnä hiljaisena tietona kauan alalla työskennellyillä henkilöillä.

8.1 Miksi ja missä vastaavanlaisia vaurioita syntyy?

Esimerkkitapauksen kaltaisia vaurioita esiintyy kaukolämmön, kaukokylmän, jäte- ja käyttöveden pumppauksessa sekä teollisuuden eri prosesseissa. Korroosio ja laitteiden kuluminen asettavat tarpeen kunnossapidolle ja verkoston kunnon seuraamiselle. Yleisemmät syyt vaurioille ovat puutteellinen kunnossapito, väärät käyttö- ja asennustavat. Joskus kuitenkin vaurion synnyttää käyttäjästä johtumattomat toimet, esimerkkinä vaikka Turun keskustassa alkuvuodesta 2019 tehty maaperätutkimukseen liittyvä koeporaus, joka vahingoitti kaukolämpöputkea aiheuttaen vuodon. (Turun Sanomat 2019).

8.1.1 Vauriot tehtaankadulla

Esimerkkitapauksessa ensimmäisen käyttökatkon, ja sähkömoottorin rikkoutumisen aiheutti pumppaamoon vuotanut vesi. Tämän tyyppiset vedestä johtuvat oikosulkuvauriot johtavat lähes aina vaurioituneen moottorin vaihtamiseen. Katkos olisi ollut vältettävissä tarkastamalla pumppaamon uppovesipumppu ja että uppopumppu kykenee pumppaamaan mahdollisen vuotoveden viemäriverkostoon. Toinen käyttökatko johtui todennäköisesti huonosti suoritetusta sähkömoottorin ja pumpun linjauksesta, joka rikkoi pumpun laakerit. Tällöinkin vettä pääsi vuotamaan runsaasti pumppaamoon, mutta uppopumpun pumppausteho riitti pitämään vedenpinnan sähköisten laitteiden alapuolella, ja uusilta vedestä johtuvilta vaurioilta vältyttiin.

8.2 Vaurioiden seuraukset

Vaurioiden välittömät seuraukset ovat käyttökatkot. Kaukojäähdytystoiminnassa ne voivat aiheuttaa asiakkaalle kaukojäähdytyksen katkeamisen, tai tehon heikkenemisen.

Tällä voi olla myös suuria kustannusvaikutuksia asiakkaalle, joka joutuu mahdollisesti käyttämään korvaavaa jäähdytystä. Konesalijäähdytyksessä käyttökatko voi aiheuttaa jopa tuotannon keskeytymisen, joka tietää tuntuja tappioita kaukojäähdytyksen asiakkaalle. Jäähdytyksen keskeytymisestä seuraava imagohaitta on myös asia, joka seuraa jäähdytyksen toimittajaa mahdollisesta toimituskatkosta. Katkot voivat johtaa myös jäähdytyksen toimittajan asiakassuhteiden menetykseen. Vauriot pakottavat monesti jäähdytyksen tuottajan turvautumaan varajärjestelmiin, joiden käyttämien ja huoltaminen tuovat ylimääräisiä kuluja. Myös ympäristövahingot ovat mahdollisia seurauksia prosessissa ilmenneissä vaurioista. Ympäristövahingot ovat vakavampia teollisuuden prosesseissa, kuin kaukolämmityksessä- tai jäähdytyksessä jossa lämpö/jäähdytys aineena käytetään ympäristölle haitatonta väriaineella värjättyä vettä.

8.2.1 Seuraukset tehtaankadulla

17.5.2018 Sattuneen vuodon vuoksi tehtaankadun pumppaamon sähkömoottorin vaihdosta seurasi se, että poikkeuksellisen kuumen alkukesän vuoksi verkoston jäähdytyskapasiteetti oli äärirajoillaan, kun tehtaankadulta ei saatu korotettua verkoston painetta. Paineen korotus on tarpeen, jotta asiakaslaitetta jäähdyttävä kaukojäähdytys vesi ehtisi kiertää mahdollisimman vähän lämminneenä takaisin tuotantolaitokselle uudelleen jäähdytettäväksi. Jäähdytystarpeen lisääntyessä verkoston jäähdytysteho olisi jäänyt todennäköisesti vajavaiseksi.

8.3 Vaurioiden ehkäisy ja välttäminen

Edellä mainittujen kaltaisten vaurioiden syntymistä voidaan välttää eri tavoin. Perinteisempiä keinoja tähän ovat ennakkohuolto ja suojaukset. Digitalisoitumisen lisääntyessä perinteisten tapojen rinnalle ovat nousseet hälytykset ja etävalvonta. Jos vaurioita kuitenkin syntyy, tarvitaan varajärjestelmää, tai voidaan varautua redundanttisilla eli kahdenkertaisilla tai päällekkäisillä ratkaisuilla.

8.3.1 Ennakkohuolto

Ennakkohuolto on keino, jolla tavoitellaan laitteiston käytettävyyden parantamista. Ennakkohuollossa on erityisen tärkeää tehdä huoltotoimenpiteet oikeaan aikaan, jotta

huolto ei tapahdu liian aikaisin tai liian myöhään. Ennakkohuollon pitäisi nivoutua muihin päivittäisiin kunnossapidon tehtäviin parhaan tuloksen saavuttamiseksi. (Opetushallitus, 2019.)

8.3.2 Ehkäisevä kunnossapito

Ehkäisevällä kunnossapidolla tarkoitetaan säännöllisin väliajoin suoritettavia huoltotoimenpiteitä, joiden avulla pystytään vähentämään laitteiden vikaantumisen todennäköisyyttä sekä toimintatason heikentymistä. Edellä mainittujen toimenpiteiden lisäksi kohteita seurataan ehkäisevän kunnossapidon menetelmien avulla, jolloin kunnossapidon tehtäviä voidaan aikatauluttaa tarpeen mukaisesti. (Pauninsalo 2019.)

8.3.3 Suojaukset

Laitteiden suojaus oikein suojausmenetelmin estää laitteiden rikkoutumisen vian sattuessa. Sulakkeet, moottorisuojat yms. pitää olla oikein mitoitettu, jotta saavutetaan haluttu tulos, ja suojauslaitteet toimivat oikein. Suojauksilla estetään lisävahinkojen syntyminen ja voidaan rajata vika pienelle alueelle, jolloin vian seuraukset ovat pienemmät, ja korjaamiseen ei kulu paljoa resursseja.

8.3.4 Hälytykset ja etävalvonta

Hälytykset ja etävalvonta nivoutuvat toisiinsa. Hälytyksillä saadaan nopeasti tieto toimilaitteelta valvomoon, jolloin voidaan reagoida nopeasti mahdolliseen vikatilanteeseen. Nykypäivän prosessiteollisuudessa on hyvin tärkeää saada reaaliaikaista ja luotettavaa tietoa prosessista, sen laitteistosta ja sen järjestelmistä. Hälytykset ovat merkittävä osa tätä tietoa. Hälytysten tarkoitus on herättää valvomohenkilöstön huomio sellaisen merkittävän prosessin, sen suureen, laitteiston tai järjestelmän muutoksen tapahtuessa, joka vaatii tilannearviota tai toimintaa. (Mälkiä 2012.)

8.3.5 Reduntantitiset järjestelmät/Kahdentaminen

Kahdentamisella tarkoitetaan sitä, että laitteiston osa, tai kokolaitteisto toteutetaan kahdella tai useammalla rinnakkaisella komponentilla. Tällä saadaan laitteiston toimintavarmuutta nostettua, kun laitteita huollettaessa tai laitteen rikkoutuessa voidaan käyttää varalla olevaa laitetta. Kahdentamisessa pitää kuitenkin huoltaa ja testata varalla olevan laitteiston kunto, ja kahdentaminen on myös huomattavan kallista, johtuen suuremmista hankinta ja huoltokustannuksista.

8.4 Vaurioiden välttäminen tehtaankadulla

Vauriot tehtaankadulla olisi voitu välttää parhaiten säännöllisillä kierroksilla pumppaamoissa, joiden aikana olisi tarkastettu pumppaamon laitteiston toiminta. Nyt pumppaamojen kunnonvalvonta oli liiaksi etävalvonnan varassa, ja hälytysten sekä suojausten oletettiin toimivan kuten oli tarkoitus. Vaikka paikan päällä tehtävät kierrokset pitäisi olla vältettävissä etävalvonnassa olevassa kohteessa, olisi paikan päällä hyvä kuitenkin käydä aika ajoin toteamassa kaiken toimivan kuten kuuluu. Tätä ei ollut tapahtunut tehtaankadun pumppaamossa ainakaan pumppaamon vaurioitumista edeltäneenä aikana. Säännöllinen pumppaamolla käyminen ei olisi sitonut paljoa resursseja sillä tämä olisi voitu suorittaa kunnossapitohenkilökunnan liikkuesssa lähistöllä. Koska näin ei tapahtunut, tapahtui vahinko, jonka seuraukset olisivat voineet helposti johtaa paljon huonompaankin tilanteeseen ottaen huomioon varsin lämpimän kesän 2018 ja sen että pumppaamo on tärkeä Turun Yliopistollisen sairaalan, TYKS:in jäähdytykselle.

LÄHTEET

Energiateollisuus ry. 2007. Kaukolämpöverkon vaurioutilasto 2005.

Hakala Karoliina. 2017. Selvitys kaukojäähdytyksen paluulämpötilan rajoittamisen kannattavuudesta Helsingin kaukojäähdytysverkossa

Hanninen Marko. 2016 Kaukolämpö ja -jäähdytys nyt ja tulevaisuudessa

Härkönen, Pentti, ym. 2012. ST-käsikirja 17: Rakennusautomaatiojärjestelmät

Kaukojäähdytys. 2004. Suomen Kaukolämpö ry. Raportti J1/2004.

Kaukojäähdytystilasto 2018. Energia Teollisuus 2018.

Mikko Siikström. 2015. KYS Puijon sairaalan liittäminen kaukojäähdytykseen

Mälkiä, Matti. 2012. OL3 – Automaation järjestelmähälytysten kartoitus

Opetushallitus 2019. Viitattu 20.11.2019 <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/index.html>

Pauninsalo, Jaakko, 2019. Ennakkohuolto-ohjelman päivittäminen tablettipakkauslinjalle.

Rakennusten energiamarkkinat 18.12.2015. Viitattu 25.12.2018 https://energia.fi/files/399/Rakennusten_jaahdytysmarkkinat_18-12-2015.pdf

Rauhanen Jesse. 2013. Kiinteistöautomaatiikan säätöventtiilien valitsemisen automatisointi työkalu.

Ristola Petra. 2017. Viitattu 25.12.2018 <https://yle.fi/uutiset/3-9931017>

Siltakoski, Ari. 2013 Kaukolämmön pumppauksen ohjauksen tehostaminen

Turku Energia 2018. Lämpö / Jäähdytys. Kaukojäähdytys – Ekologinen valinta. Viitattu 9.22.2018 <https://www.turkuenergia.fi/kaukolampo-ja-jaahdytys/kaukojaahdytys-ekologisen-valinta/>

Turku Energian vuosikertomus 2009. Viitattu 9.22.2018 https://www.turkuenergia.fi/app/uploads/2016/11/TE_vuosikertomus09_web.pdf

Turun Sanomat 2019. Koeporaus rikkoi kaukolämpöputken Turun keskustassa. Viitattu 26.10.2019 <https://www.ts.fi/uutiset/paikalliset/4503851/Koeporaus+rikkoi+kaukolampo-putken+Turun+keskustassa>

I/O-Lista Tehtaankadun pumppaamo

Turku Energia

I/O-TAULUKKO

REV. 5.6.2018

PROSESSIASEMA
YKSIKKÖ
KORTTITYYPPI
L1

THT1
DA701F 16 DI, 8DI/DO, 4 AI, 2AO
16 DI, 8DI/DO, 4 AI, 2AO
DI-tulot

OSOITE	POSITIO	KOMMENTTI	RIVILIITIN	LOGIIKAN		Johdin	PIIRUSTUS
				LIITIN	KAAPeli No.		
THT1	THT1_DOO1_KAY	Piiska-pumppu käy SC01	X1:31	1.0	U-1	2OR	2
THT1	THT1_DOO1_HAIRIO	Piiska-pumppu häiriö SC01	X1:30	1.1	U-1	7VA	2
THT1	THT1_S101_AUKI	Paluuskuventtiili auki rajalla (LPL EP)	X2:13	1.2	KA107-W11	2OR	3
THT1	THT1_S101_KIINNI	Paluuskuventtiili kiinni rajalla (LPL EP)	X2:12	1.3	KA107-W11	1VA	3
THT1	THT1_S101_HAIR	Paluuskuventtiili häiriö (LPL EP)	X2:17	1.4	KA107-W11	4OR	3
THT1	THT1_S101_KAUKO	Paluuskuventtiili kauko-ohjaus (LPL EP)	X2:15	1.5	KA107-W11	3OR	3
THT1	THT1_S103_AUKI	Paluuskuventtiili auki rajalla (BLK EP)	X2:13	2.2	KA108-W11	2OR	4
THT1	THT1_S103_KIINNI	Paluuskuventtiili kiinni rajalla (BLK EP)	X2:12	2.3	KA108-W11	1VA	4
THT1	THT1_S103_HAIR	Paluuskuventtiili häiriö (BLK EP)	X2:16	2.4	KA108-W11	4OR	4
THT1	THT1_S103_KAUKO	Paluuskuventtiili kauko-ohjaus (BLK EP)	X2:15	2.5	KA108-W11	3OR	4
THT1	THT1_S105_AUKI	Paluuskuventtiili auki rajalla (LPL PJ)	X2:13	1.6	KA109-W11	2OR	5
THT1	THT1_S105_KIINNI	Paluuskuventtiili kiinni rajalla (LPL PJ)	X2:12	1.7	KA109-W11	1VA	5
THT1	THT1_S105_HAIR	Paluuskuventtiili häiriö (LPL PJ)	X2:16	2.0	KA109-W11	4OR	5
THT1	THT1_S105_KAUKO	Paluuskuventtiili kauko-ohjaus (LPL PJ)	X1:15	2.1	KA109-W11	3OR	5
THT1	THT1_S107_AUKI	Paluuskuventtiili auki rajalla (BLK PJ)	X2:13	2.6	KA110-W11	2OR	6
THT1	THT1_S107_KIINNI	Paluuskuventtiili kiinni rajalla (BLK PJ)	X2:12	2.7	KA110-W11	1VA	6
+24VDC			X1:F2	1.8			
COM			X1:-	1.9			

PROSESSIASEMA
YKSIKKÖ
KORTTITYYPPI
L2

THT1
DA701F 16 DI, 8DI/DO, 4 AI, 2AO
16 DI, 8DI/DO, 4 AI, 2AO
DI-tulot

OSOITE	POSITIO	KOMMENTTI	RIVILIITIN	LOGIIKAN		Johdin	PIIRUSTUS
				LIITIN	KAAPeli No.		
THT1	THT1_S107_HAIR	Paluuskuventtiili häiriö (BLK PJ)	X2:17	1.0	KA110-W11	4OR	6
THT1	THT1_S107_KAUKO	Paluuskuventtiili kauko-ohjaus (BLK PJ)	X2:15	1.1	KA110-W11	3OR	6
THT1	THT1_HATA_VUOTO	Turvapiliri Lauennut (vuoto vahti/Hätäseis)	X1:135	1.2	HATA	1va	1
THT1	THT1_VIRT_SUUNTA	paluu virtaus suunta	X1:25	1.3	F001	2va	8
THT1	THT1_VUOTO_VIPPA	Kaivon vuotovippa lauennut	X1:34	1.4	S01-W11	1va	10
THT1				1.5			
THT1				1.6			
THT1				1.7			
THT1				2.0			
THT1				2.1			
THT1				2.2			
THT1				2.3			
THT1				2.4			
THT1				2.5			
THT1				2.6			
THT1				2.7			
+24VDC			X1:F3	1.8			
COM			X1:-	1.9			

LPL=Lämpöpumppu
BLK=Biolaakso
EP=Ennen Pumppua
PJ=Pumpun Jälkeen

TE/AT

Turku Energia

I/O-TAULUKKO

REV. 5.6.2018

PROSESSIASEMA
YKSIKKÖ
KORTTITYYPPI
L1

THT1
DA701F 16 DI, 8DI/DO, 4 AI, 2AO
16 DI, 8DI/DO, 4 AI, 2AO
DA701F AI 4kpl

LOGIIKAN

OSOITE	POSITIO	KOMMENTTI	Mitta-alue	Yksikkö	Riviliitin	LIITIN	KAAPELI No		PIIRUSTUS No
THT1	THT1_P001	Paluupaine (Ennen Pumppua)	0...16	bar	X1:21	3.1	P001	1va	9
THT1	THT1_P002	Menopaine	0...16	bar	X1:22	3.2	P002	1va	9
THT1	THT1_P005	Paluupaine (Pumpun jälkeen)	0...16	bar	X1:23	3.3	P005	1va	9
				AI:-		3.4			
+24VDC					X1:F2	1.8			
COM					X1:-	1.9			

YKSIKKÖ
KORTTITYYPPI
L2

DA701F 16 DI, 8DI/DO, 4 AI, 2AO
16 DI, 8DI/DO, 4 AI, 2AO
DA701F AI 4kpl

LOGIIKAN

OSOITE	POSITIO	KOMMENTTI	Mitta-alue	Yksikkö	Riviliitin	LIITIN	KAAPELI No		PIIRUSTUS No
THT1	THT1_T011	Kaivon lämpötila	0...50	°C	X1:28	3.0	T011/RH011	2va	8
THT1	THT1_D001	Virtauspumpun kierrokset	0...100	%	X1:5	3.1	U-1	4or	8
THT1	THT1_F001	Paluuvirtaus (LMA1)	0-1600	m3/h	X1:4	3.2	F001	1or	8
THT1	THT1_RH011	Kaivon Kosteus	0...100	%	X1:27	3.3	T011/RH011	1va	8
				AI:-		3.4			
+24VDC					X1:F3	1.8			
COM					X1:-	1.9			

PROSESSIASEMA

THT1

YKSIKKÖ

DA701F 16 DI, 8DI/DO, 4 AI, 2AO

KORTTITYYPPI

16 DI, 8DI/DO, 4 AI, 2AO

L1

lähdöt

[illegible]

PROSESSIASEMA

THT1

YKSIKKÖ

DA701F 16 DI, 8DI/DO, 4 AI, 2AO

KORTTITYYPPI

16 DI, 8DI/DO, 4 AI, 2AO

12

lähdöt

L2		lähdöt		LOGIIKAN			
OSOITE	POSITIO	KOMMENTTI	RIVILIITIN	LIITIN	KAAPELI No	Johdin	PIIRUSTUS
THT1	THT1_S107_KOHJ	Paluusulkuiventtiili kiinni ohjaus (BLK PJ)	X2:20	4.0	KA110-W11	2va	5
THT1				4.1			
THT1				4.2			
THT1				4.3			
THT1				4.4			
THT1				4.5			
THT1				4.6			
THT1				4.7			
+24VDC							
COM							

LPL=Lämpöpumppu

BLK=Biolaakso

EP=Ennen Pumpputa

PJ=Pumpun Jälkeen

I/O-TAULUKKO									
PROSESSIASEMA			THT1						
YKSIKKÖ			DA701F 16 DI, 8DI/DO, 4 AI, 2AO						
KORTTITYYPPI			16 DI, 8DI/DO, 4 AI, 2AO						
L2			DA701F AO 2kpl						
OSOITE	POSITIO	KOMMENTTI	Mitta-alue	Yksikkö	Riviliitin	LIITIN	KAAPELI No	Johdin	PIIRUSTUS No
THT1	THT1_D001	Virtauspumpun kierros ohje	0...100	%	X1:13	3.5	U-1	1or	2
						3.6			
				AO:-		3.7			
+24VDC			X2:F2	L1+, L2+					
COM			X2:-	L1-, L2-					

Liite 1. I/O-Lista tehtaankadun pumppaamo

